Journal of KIIT. Vol. 20, No. 1, pp. 113-120, Jan. 31, 2022. pISSN 1598-8619, eISSN 2093-7571 113
http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.1.113

패킷 수집을 통한 인터넷 서비스 트래픽 패턴 분석

고준형*, 김남기**

Analysis of Internet Service Traffic Pattern through Collecting Packets

Jun-Hyung Ko*, Namgi Kim**

본 논문은 2021학년도 경기대학교 대학원 연구원장학생 장학금 지원에 의하여 수행되었음. 또한, 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2020R1A6A1A03040583, NRF-2017R1D1A1B04027874)과 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원(P0008691, 2021년 산업혁신인재성장지원사업)을 받아 수행된 연구임

요 약

인터넷 네트워크의 발전은 기술적 한계로 인하여 주류로 활용될 수 없었던 데이터 스트리밍 교환 방식을 적극적으로 활용하게 하였다. 이는 사용자들의 실시간 대응 서비스에 대한 요구 증가와도 합쳐져 다양한 서비스들이 통합된 웹 서비스를 제공하였으며 그 중 소셜 미디어 서비스가 대두되었다. 본 논문은 서비스별 트래픽 수집을 통해 서비스 발달에 따른 데이터 통신 교환 방식의 변화를 확인한다. 수집된 트래픽을 분석한 결과 활동/비활동 상태를 구분하지 않고 실시간 데이터 교환을 위한 데이터 플로우가 유지됨을 확인한다. 그 결과, 오늘날 소셜 미디어 서비스의 네트워크 트래픽 형태가 순차적인 트래픽 플로우를 통한 데이터 교환 방식으로 변화되었음을 알 수 있다.

Abstract

The development of Internet networks has made active use of data streaming exchange methods that had not been used as mainstream due to technical limitations. This was combined with the increase in users demand for real-time response services to provide web services in which various services were integrated, and social media services were in the spotlight. In this paper, we collect the traffic for each service to confirm changes in the data communication exchange method due to the development of social media services. The analysis of the collected traffic shows that maintaining data flow is confirmed for real-time data exchange without distinguishing active/inactive status. As a result, we can figure out the form of network traffic in social media services today has been changed to a data exchange method through a sequential traffic flow.

Keywords
network flow, data streaming, social media service, sequential traffic

* 경기대학교 컴퓨터과학과 석사과정
- ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7258-9721
** 경기대학교 컴퓨터과학과 교수(교신저자)
- ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0077-6576

· Received: Dec. 28, 2021, Revised: Jan. 07, 2022, Accepted: Jan. 10, 2022
· Corresponding Author: Namgi Kim
Division of Computer Science and Engineering, Kyonggi University, 154-42, Gwanggyosan-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel.: +82-31-249-9662, Email: ngkim@kyonggi.ac.kr

Ⅰ. 서 론

네트워크 환경하에서 이루어지는 패킷 교환은 그 작동 방식 특성 상 발생한 요청에 응답하는 과정을 취하고 있다. 이 과정은 일정 목적을 위한 패킷 교환이 발생할 경우 해당 플로우가 생성되고, 생성된 플로우는 교환이 종료될 시 그 역할을 다하여 더 이상 해당 플로우를 활용한 추가적인 통신은 이루어지지 않는다. 하지만, 오늘날 네트워크 서비스에는 소셜 미디어(Social media service)라고 하는 새로운 형태의 네트워크 서비스가 등장하였다[1]-[3]. 단순 웹사이트와 비교하여 소셜 미디어의 사용자들은 지금 당장 어떤 일을 하고 있는지, 누구를 만나는지 등 그 순간의 일과 사건을 소셜 미디어에 기록하기를 희망한다.

따라서 기존에 네트워크 서비스보다 훨씬 더 실시간적 응답과 정보의 갱신이 소셜 미디어에서 요구되는 것이다. 대표적으로 페이스북과 인스타그램은 단순 소셜 미디어 서비스에서 실시간 메시지 기능, 스트리밍 기능, 그리고 사용자들의 기호와 같은 빅 데이터의 수집 등 여러 가지 기능들이 추가되기 시작하였다[4]. 이렇게 추가된 기능들은 공통적인 특징이 존재한다. 해당 기능을 위하여 지속적으로 사용자와 통신이 요구된다는 점이다. 사용자와 지속적인 통신을 수행하려면 해당 트래픽이 계속해서 플로우 테이블(Flow table) 내에 잔류해야 한다. 즉, 기존의 트래픽 동향과 달리 플로우 테이블에 잔류하여 지속적으로 통신을 수행하는 트래픽의 형태를 취한다고 추측할 수 있다.

인터넷 전체 트래픽 중 모바일 웹사이트 트래픽의 비중은 지속해서 증가하고 있다. 2019년 4분기부터 2020년 3분기까지 모바일 트래픽의 비중은 50% 미만으로 하락한 적이 없으며 이를 통해 네트워크 트래픽의 주류는 모바일로 이전되어가는 양상이라고 이해해도 무방하다[5]. 이런 모바일 트래픽 내에서도 변화가 발생하였다. 미래창조과학부는 17년 2월 15일에 16년 12월 무선통신 트래픽을 콘텐츠 유형별로 분석한 결과 동영상 스트리밍 및 소셜 미디어 서비스가 각각 56.1%와 16.5%의 비중을 차지했다고 발표하였다[6]. 해당 비중은 3년 전 수치인 45.1%와 13.1%에 비교하여 큰 증가를 보였다. 이런 증가 추세는 2020년 이후에도 지속되고 있다. 이를 통해 우리는 무선, 즉 모바일 트래픽 내에서 동영상 및 소셜 미디어와 같은 스트리밍 서비스는 초기부터 상당한 비중을 차지하였고, 그 차지하는 비중은 현재까지도 증가 추세를 보이는 것을 확인할 수 있다. 이를 정리하면 해당 서비스들로 인하여 발생하는 주기성 트래픽을 보다 중점적으로 다뤄야 할 필요성을 시사한다.

앞에서 제시한 분석을 기반으로 본 논문에서는 페이스북과 인스타그램과 같이 소셜 미디어 서비스에서 기능을 제공하기 위한 트래픽의 패턴을 분석하고 해당 플로우의 주기성 여부를 확인한다. 이를 통해 본 연구는 네트워크 서비스 발달에 따른 데이터 통신 교환 방식의 변화를 확인한다. 이를 위한 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 트래픽 분석과 관련된 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 소셜 미디어 서비스의 트래픽 수집 및 분석. 4장에서는 분석 내용을 토대로 결론을 맺는다.

Ⅱ. 관련 연구

인터넷을 통해 보다 효과적으로 서비스를 제공해주기 위해서는 인터넷을 통해 전달되는 트래픽의 패턴을 분석하고 이에 맞추어 효율적으로 네트워크 자원을 활용하고 사용자의 서비스 품질을 만족시키는 방법을 제공해야 한다. 이를 위해 인터넷 트래픽 분류와 분석에 대한 연구는 인터넷이 활발해진 1990년대 이후부터 지금까지 꾸준히 진행되고 있다[7]-[13].

2000년대 이전 인터넷 서비스에 있어 웹 서비스, 비디오 서비스 등 다양한 서비스는 각자의 목적에 따라 구분되는 것이 통상적이었으나 오늘 날 웹 서비스는 이러한 서비스들을 통합하여 지칭하는 방향으로 발전하였다. 이는 특정 목적에 따라 용도가 국한된서비스들이 제공되었기 때문이며 오늘날 이 서비스들이 웹 서비스로 통합되어 지칭되는 것은 이제 한 서비스에서 다양한 종류의 기능을 혼합해 활용하기 때문이다. 시대의 흐름에 따라 웹 서비스가 지칭하는 내용은 변화되었지만 네트워크의 변화 및 발전 양상을 파악하는데 있어 웹서비스 트래픽 분석은 지금까지도 효과적인 방법으로 활용되고 있다[14]-[20].

초기 웹 서비스는 연결 안정성과 대역폭의 한계성 등 다양한 기술 한계점이 존재하였다. 이는 데이터 스트리밍 교환 방식 자체는 초기부터 존재하였지만 크게 활성화 될 수 없었던 요인이다. 시간이 흐르며 인터넷 서비스의 사용량 증대와 함께 기술 발전이 수반되었다. 사용자들의 실시간 대응 서비스에 대한 요구 상승과 한층 진보된 네트워크 환경이 어우러져 비디오 스트리밍 서비스, 음성 서비스 등 다양한 실시간 대응 멀티미디어 서비스들이 통합된 웹 서비스를 제공하기 시작하였다[21]-[25]. 웹 서비스 중 사용량이 활발하게 증가한 소셜 미디어 서비스에 대한 분석이 진행되었으며 이는 해당 서비스의 다양한 방향에서의 연구를 유도하였으며 그 중 ISP (Internet Service Provider)단에서 소셜 미디어 서비스의 대한 영향 파악과 특징 분석이 진행되었다[26].

본 논문에서는 웹 서비스 전반적인 형태와 특징에 대한 분석 수행에서 더 나아가 소셜 미디어 서비스 의 발전으로 인한 데이터 통신 교환 방식의 변화를 조명하고 그 특성을 분석한다. 이를 위해 현재 활발히 사용되고 있는 소셜 미디어 서비스 중 페이스북과 인스타그램 서비스에 대한 인터넷 트래픽을 직접 수집하고 이를 분석한다.

III. 트래픽 수집 및 분석

3.1 조사 환경

본 조사에 활용된 세부 환경은 표 1의 내용과 같다. 해당 환경에서 수행한 조사내용은 다음과 같다. 소셜 미디어 서비스 중 총 2가지 종류인 페이스북과 인스타그램을 대상으로 조사를 수행하였다. 두 서비스 공통으로 총 5분 동안 조사하였다. 총 조사 시간중 2분 30초는 게시물 작성, 좋아요 표시, 댓글 작성, 영상 시청 등의 활동 행위를 수행하였다. 후반 2분 30초는 활동 행위를 전면 중지 후 모니터링을 수행하였다. 조사 구간은 네트워크 전체 중 로컬로 국한하였으며 이를 트래픽 수집용 툴인 Wireshark를 활용하여 수집한다. 수집 내용은 세부 분리하여 활동과 비활동 상태를 구분하지 않고 지속적으로 통신 교환을 발생하는 주기성 플로우의 존재 및 유지를 확인한다. 주기성 플로우가 존재할 경우 해당 플로우의 주기성, 형태, 그리고 특징을 분석한다.

표 1. 조사 상세 내용
Table 1. Details of the survey

Environments	Detail
OS	Ubuntu 16.04 LTS
Web browser	Google Chrome v.77.0.3865.75
Tool	Wireshark v.3.4.10
Period	2020.04 ~ 2020.06
Services	Facebook, Instagram
Time	150s (Active) + 150s (Inactive)
Level	Local

3.2 페이스북 트래픽 수집

그림 1은 앞서 언급한 5분의 모니터링 시간 동안 페이스북 소셜 미디어 서비스에서의 트래픽 동향 변화를 전체적으로 요약한 내용이다.

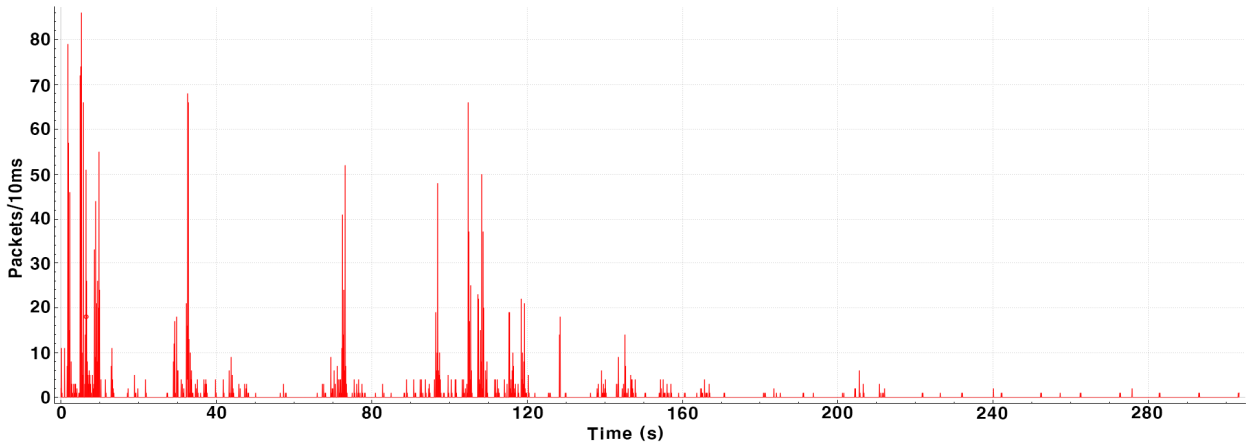

그림 1. 페이스북 전체 트래픽 모니터링 (5분)
Fig. 1. Monitoring whole traffic in facebook (5min)

전반 2분 30초 동안 활동에 따라 기록된 트래픽과 후반 2분 30초 동안 비활동 상태에서의 트래픽 형태가 상이한 것을 확인할 수 있다. 해당 소셜 미디어 서비스가 유지되는 동안 발생하는 여러 종류의 데이터 플로우 중 전반부와 후반부의 모든 구간에서 활동이 관측되는 플로우가 존재한다. 그 플로우 중 주기성이 존재하는 케이스를 선별하여 분석을 진행하였다.

그림 2는 전 구간에서 활동이 관측되는 여러 플로우들 중 주기성이 확인되는 플로우를 선별하여 그 동향을 관측한 결과다. 관측 결과 해당 플로우는 트래픽 발생 시작부터 모니터링 종료까지 플로우가 주기적인 통신 교환을 수행을 기록하였다. 또한, 해당 플로우는 트래픽의 활동/비활동 상태에 큰 관계없이 규칙적으로 데이터 통신교환을 수행함을 그림 2를 통해 확인할 수 있다.

그림 3에서 확인할 수 있듯이 해당 플로우가 활동 구간에서 발생하는 트래픽 인터벌은 1ms 이상인 비율이 전체 중 약 64%였다. 이와 비교하여 비활동 구간에서 발생하는 트래픽 인터벌은 1ms 이상이 차지하는 비중이 97%까지 상승하였다. 이런 인터벌들 중에는 최장 10초의 인터벌을 가지는 경우도 존재하였다. 이런 인터벌의 특징을 보이는 플로우들은 통신 교환되는 트래픽의 데이터 양이 소규모이지만 그 양에 변화가 거의 일어나지 않으며 매 주기마다 일정한 수치로 통신 교환이 발생함을 그림 2를 통해 확인할 수 있다.

3.3 인스타그램 트래픽 수집

그림 4는 인스타그램 소셜 미디어 서비스에서의 트래픽 동향 변화를 페이스북과 마찬가지로 활동/비활동 상태가 구분 된 모니터링 내용이다. 전반 2분 30초 동안 활동에 따라 기록된 트래픽과 후반 2분 30초 동안 비활동 상태에서의 트래픽 형태가 상이한 것을 확인할 수 있다. 이러한 트래픽 중 활동/비활동 상태에 국한되지 않고 지속해서 데이터 교환이 발생하는 플로우들 중 주기성을 보이는 케이스를 선별하여 분석하였다.

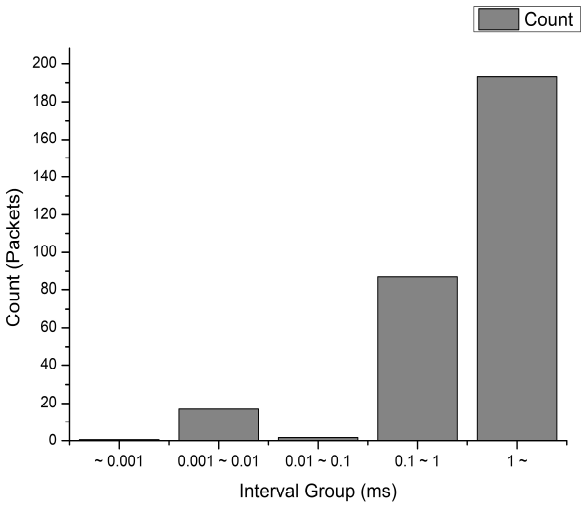

그림 3. 페이스북 주기성 트래픽 인터벌
Fig. 3. Intervals of sequential traffic packet in facebook

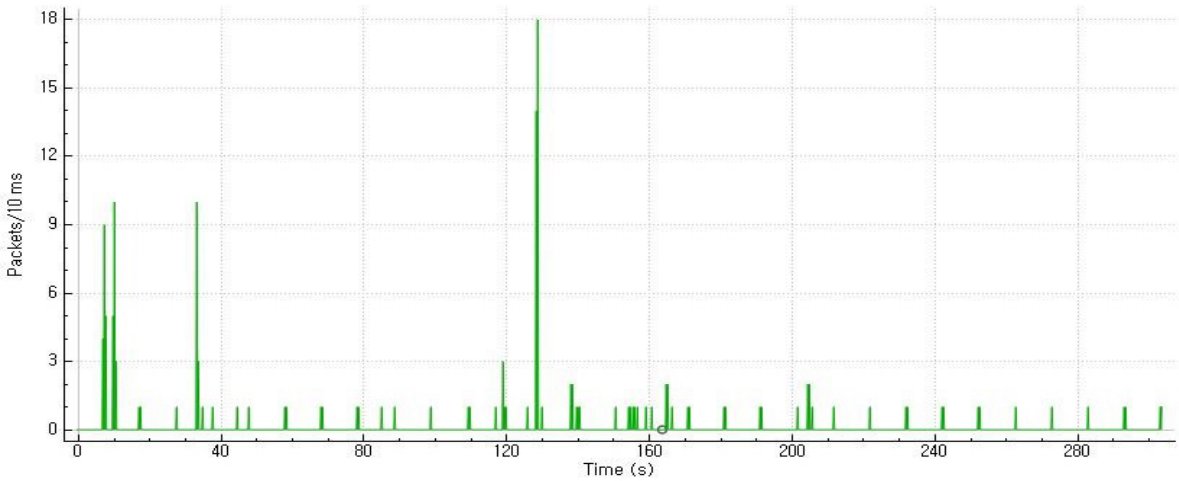

그림 2. 페이스북 주기성 트래픽 모니터링
Fig. 2. Monitoring sequential traffic in facebook

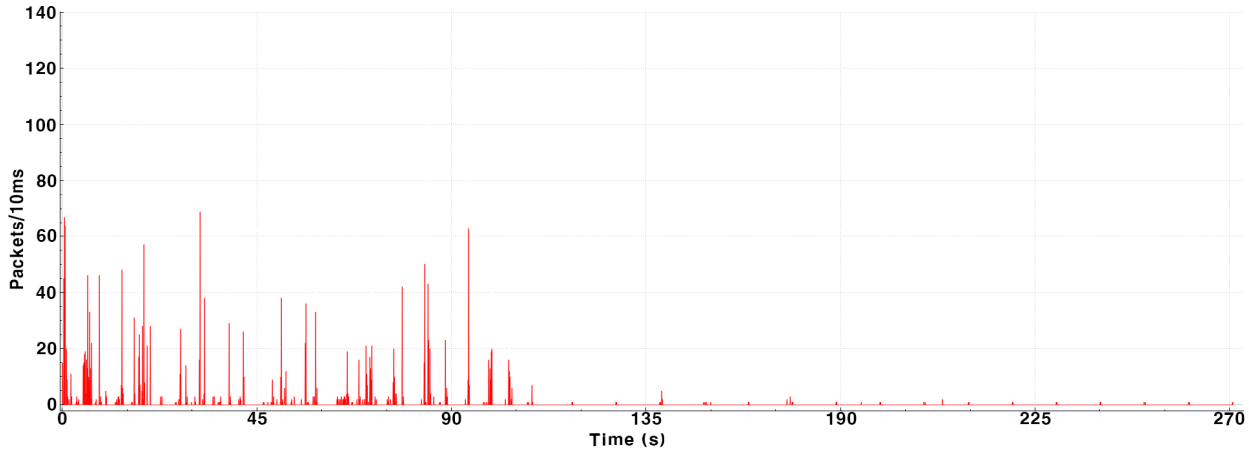

그림 4. 인스타그램 전체 트래픽 모니터링 (5분)
Fig. 4. Monitoring whole traffic in instagram (5min)

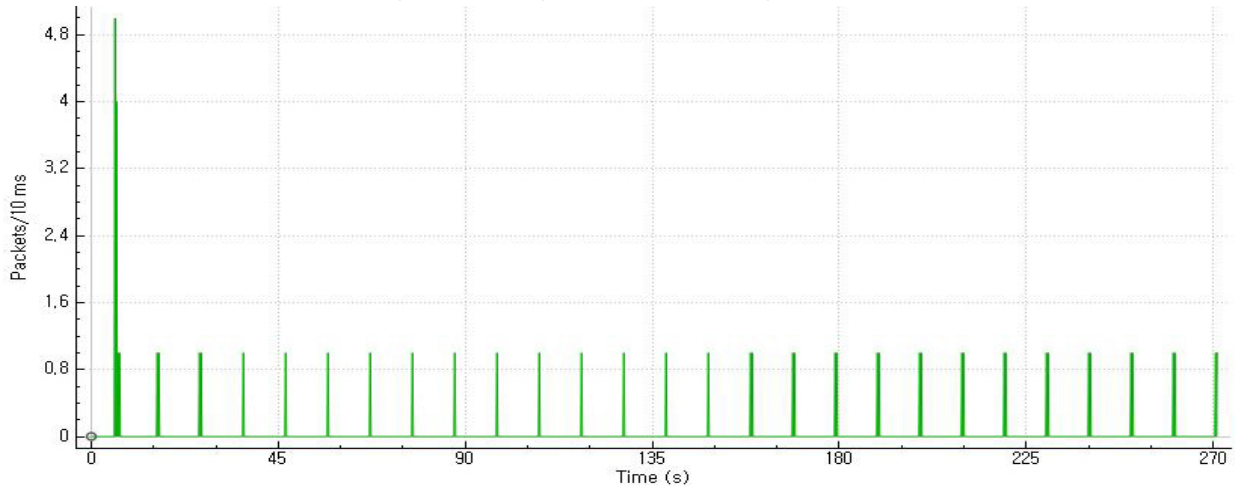

그림 6. 인스타그램 전체 트래픽 모니터링 (5분)
Fig. 6. Monitoring whole traffic in instagram (5min)

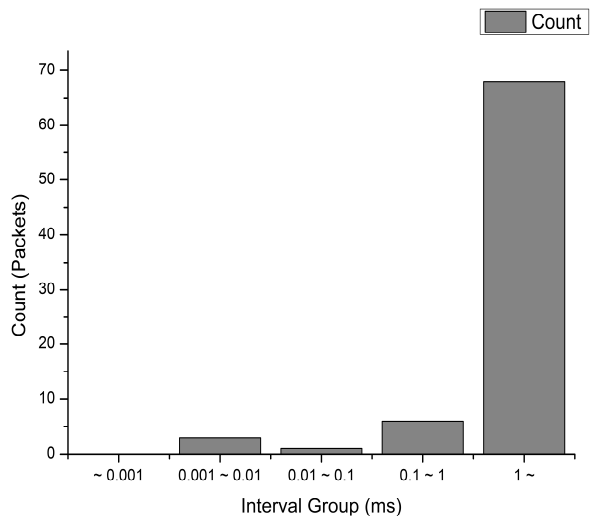

그림 5. 인스타그램 주기성 트래픽 인터벌
Fig. 5. Intervals of sequential traffic packet in instagram

그림 6은 그런 케이스에 충족되는 플로우의 전구간 트래픽 모니터링 결과이다. 발생하는 트래픽 양과 트래픽 사이의 주기 등 페이스북 때보다도 더욱 더 뚜렷하게 그 특징이 발생함을 확인할 수 있다. 활동/비활동 상태를 구별하지 않고 데이터 통신 교환에 있어 명백한 주기가 존재함을 그림 5를 해 확인할 수 있다.

그림 5를 통해 알 수 있듯 페이스북 트래픽 인터벌 양상과는 다르게 인스타그램은 해당 주기성 트래픽 인터벌 중 1ms 이상의 비율이 전체 중 약 87%에 달하였다. 이는 페이스북의 약 64%와 비교하여 높은 수치다. 세부적으로 해당 플로우의 활동 상태에서 1ms 이상 인터벌 비중이 약 81%였으며, 비활동 상태에서 1ms 이상 비중은 100%였다. 또한,

페이스북과 마찬가지로 최장 인터벌은 10초에 달하는 경우가 있었다.

3.4 트래픽 분석

페이스북과 인스타그램 모두 형태는 다를지언정 명백히 주기성을 보이는 트래픽을 확인할 수 있었다. 그림 3과 5를 통해 알 수 있듯이 인스타그램은 페이스북과 비교하여 플로우 내에서 그 주기성이 보다 뚜렷하게 관측되었다. 이는 활동과 비활동 상태를 구분하지 않고 전 구간에서 공통적으로 확인된 사항이다.

각 서비스에서 전체 발생 인터벌 중 주기성 플로우의 비율 차이를 비교하였다. 페이스북 플로우의 경우 주기성 플로우가 활동과 비활동 상태 간 차이가 약 33 %로 기록되었다. 이와 비교하여 인스타그램 서비스는 활동과 비활동 상태 간 주기성 플로우의 인터벌 차이가 19%로 기록되었다. 이를 통해 페이스북과 비교하여 인스타그램 서비스가 전체 구간에 있어 보다 뚜렷하게 플로우의 주기성을 확인할 수 있었다. 두 서비스 모두 비활동 구간에서 해당 주기성 플로우의 인터벌 비율이 95% 이상으로 상승하며 인스타그램 서비스는 100%를 기록하였다. 비록 서비스 간 인터벌 비율 차이는 존재하지만 두 서비스 모두 활동 상태와 비활동 상태 동안 지속적으로 유지되는 플로우의 존재를 확인할 수 있었다. 이를 통해 소셜 미디어 서비스에 있어서도 주기성 플로우를 통한 스트리밍 방식의 데이터 교환이 적극적으로 활용됨을 확인하였다.

Ⅳ. 결 론

기존 인터넷 네트워크 및 웹서비스는 그 기술적 한계로 인하여 일괄적 요청 처리 방식으로 구성되었다. 오늘날 통신 기술의 발전은 그러한 한계를 극복함에 따라 네트워크 환경이 실시간 교환 및 데이터 스트리밍 교환 방식에 가능성을 제시하였다. 단순 멀티미디어 스트리밍 서비스뿐만이 아닌 소셜 미디어 서비스 등 다양한 방식에 스트리밍을 통한 실시간 데이터 교환 방식을 채택하기 시작하였다. 본 연구를 통해 실제 소셜 미디어 서비스에서 지속적인 통신 교환을 수행하기 위한 주기성 플로우의 존재를 확인하였으며 이는 곧 주기성 플로우를 통한 데이터 스트리밍 교환 방식이 보다 그 비율이 증가할 수 있음을 시사한다.

주기성 플로우의 비율 상승은 기존의 플로우 테이블 관리 방안에 있어 주기성 플로우의 효율적 유지 및 비효율적 자원 배분의 문제를 제시하게 된다. 전술한 일괄 요청 방식에 적합하게 설계된 네트워크 환경이 기술의 발전으로 인하여 변화하고 있기 때문이다. 실제로 네트워크 기술 발전으로 인하여 등장한 새로운 네트워크 환경 중 SDN(Software Defined Networking)[27]에서는 패킷을 플로우 단위로 관리하며 해당 플로우는 스위치의 한정된 메모리 용량 내에서 관리한다. 플로우 테이블의 교체 횟수와 제어기의 부하를 줄이는 것은 SDN의 성능을 향상시키는 중요한 요소가 된다[28]. 이러한 요소와 합쳐져 향후 데이터 스트리밍 교환 방식의 비율이 상승한 인터넷 네트워크 환경에서는 해당 스트리밍 데이터 플로우에 보다 적합한 플로우 테이블 교환 기법의 제안이 요구된다.

이를 위한 향후 연구에서는 ISP 단에서의 트래픽 수집을 통해 주기성 플로우 존재 여부의 교차검증 및 그 형태와 특징에 있어 차이가 발생하는지를 확인한다. 또한, 해당 내용을 종합하여 주기성 플로우 및 데이터 스트리밍 교환 방식에 보다 적합한 플로우 테이블 관리 기법을 연구한다.

References

[1] Bumsoo Kim and Yonghwan Kim, "Facebook versus Instagram: How perceived gratifications and technological attributes are related to the change in social media usage", WSSA The Social Science Journal, Vol. 56, pp. 156-157, 2018. https://doi.org/10.1016/j.soscij.2018.10.002.

[2] M. S. Gim and Y. G. Ra, "SNS Mall: A Study on the Analysis of SNS(Social Networking Service) Functions Applicable to Electronic Commerce for Building Regular Relationship with

Customers", Journal of IIBC, Vol. 20, No. 5, pp. 1-7, Oct. 2020. https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.5.1.

[3] K. S. Kim, Y. C. Park, C. J. Eom, Y. B. Lee, and S. H. Lee, "Implementation of a Location-Based SNS System Using AR", Journal of IIBC, Vol. 19, No. 6, pp. 133-138, Dec. 2019. https://doi.org/10.7236/JIIBC.2019.19.6.133.

[4] Cliff Lampe, Nicole B. Ellison, and Charles Steinfield, "Changes in use and perception of facebook", Proceedings of the 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW, USA, pp. 8-12, Jan. 2008. https://doi.org/10.1145/1460563.1460675.

[5] Everything You Need to Know About AMP vs PWA : Which one to Choose?, https://www.techgropse.com/blog/amp-vs-pwa/. [accessed: Aug. 19, 2021]

[6] Video Streaming Now Makes Up 58% Of Downstream Internet Traffic Worldwide, https://digg.com/2018/streaming-video-worldwide. [accessed: Aug. 19, 2021]

[7] A. Callado, C. Kamienski, G. Szabó, P. Gero B, J. Kelner, S. Fernandes, and D. Sadok, "A survey on internet traffic identification", IEEE communications surveys & tutorials, Vol. 10, No. 3, pp. 37-52, Aug. 2009. https://doi.org/10.1109/SURV.2009.090304.

[8] T. Nguyen. T, and G. Armitage, "A survey of techniques for internet traffic classification using machine learning", IEEE communications surveys & tutorials, Vol. 10, No. 4, pp. 56-76, 2008. https://doi.org/10.1109/SURV.2008.080406.

[9] M. Finsterbusch, C. Richter, E. Rocha, J. A. Muller, and K. Hanssgen, "A survey of payload-based traffic classification approaches", IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 16, No. 2, pp. 1135-1156, Oct. 2013. https://doi.org/10.1109/SURV.2013.100613.00161.

[10] F. Pacheco, E. Exposito, M. Gineste, C. Baudoin, and J. Aguilar, "Towards the deployment of machine learning solutions in network traffic classification: A systematic survey", IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 21, No. 2, pp. 1988-2014, Nov. 2018. https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2883147.

[11] O. Salman, I. H. Elhajj, A. Kayssi and A. Chehab, "A review on machine learning-based approaches for internet traffic classification", Annals of Telecommunications, Vol. 75, No. 11, pp. 673-710, Jun. 2020. https://doi.org/10.1007/s12243-020-00770-7.

[12] H. Kanakamedala, "Analysis of Internet Traffic Patterns and Characteristics", Riga Technical University, Vol. 11, No. 974, Jul. 2020.

[13] E. Papadogiannaki and S. Ioannidis, "A Survey on Encrypted Network Traffic Analysis Applications", Techniques, and Countermeasures. ACM Computing Surveys (CSUR), Vol. 54, No. 6, pp. 1-35, Jul. 2021. https://doi.org/10.1145/3457904.

[14] Wikipedia Web service, https://en.wikipedia.org/wiki/Web_service [accessed: Aug. 26, 2021]

[15] M. S. Squillante, D. Yao, and L. Zhang, "Web traffic modeling and web server performance analysis", Conference on Decision and Control, USA, Vol. 5, No. 38, pp. 4432-4439, Dec. 1999. https://doi.org/10.1109/CDC.1999.833239.

[16] F. Qiu, Z. Liu, and J. Cho, "Analysis of user web traffic with a focus on search activities", In WebDB, pp. 103-108, Jan, 2005.

[17] R. Casado-Vara, A. Martin del Rey, D. Pérez-Palau, L. de-la-Fuente-Valentín, and J. M. Corchado, "Web Traffic Time Series Forecasting Using LSTM Neural Networks with Distributed Asynchronous Training", Mathematics, Vol. 9, No. 4, pp. 421, 2021. https://doi.org/10.3390/math9040421.

[18] M. Nabe, M. Murata, and H. Miyahara, "Analysis and modeling of World Wide Web traffic for

capacity dimensioning of Internet access lines", Performance evaluation, Vol. 34, No. 4, pp. 249-271, Oct, 1997. https://doi.org/10.1016/S0166-5316(98)00040-6.

[19] G. Abdulla and E. Fox, "Analysis and modeling of world wide web traffic", PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, May 1998.

[20] J. Kim and J. V. Monaco, "User Identification in Dynamic Web Traffic via Deep Temporal Features", IEEE Security and Privacy Workshops, pp. 282-290, May 2021. https://doi.org/10.1109/SPW53761.2021.00048.

[21] S. Kanrar, "Analysis and implementation of the large scale video-on-demand system", International Journal of Applied Information Systems, Vol. 1, No. 4, Feb. 2012.

[22] Z. Han, J. Ma, X. He, and W. Fan, "A Statistic and Analysis of Access Pattern for Online VoD Multimedia", Journal of Signal Processing Systems, Vol. 91, No. 10, pp. 1149-1157, Oct. 2019. https://doi.org/10.1007/s11265-018-1419-y.

[23] Y. Yuan, X. Wang, and G. Bin, "Analysis of user behavior in a large-scale internet video-on-demand (VoD) system", International Conference on Multimedia and Image Processing, China, Vol. 5, pp. 153-158, Jan. 2020. https://doi.org/10.1145/3381271.3381288.

[24] M. W. Garrett and W. Willinger, "Analysis, modeling and generation of self-similar VBR video traffic", Communications architectures, protocols and applications, Vol. 24, No. 4, pp. 269-280, Oct, 1994. https://doi.org/10.1145/190809.190339.

[25] J. Beran, R. Sherman, M. S. Taqqu and W. Willinger, "Long-range dependence in variable-bit-rate video traffic", IEEE Transactions on communications, Vol. 43, No. 2, pp. 1566-1579, Feb, 1995. https://doi.org/10.1109/26.380206.

[26] Joon-Ho Jang and Yun-Won Chung, "Study on Big Data Influencer in Social Network Service", The Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 14, No. 11, pp. 69-77, 2016. https://doi.org/10.14801/jkiit.2016.14.11.69.

[27] N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnanet, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, and J. Tuner, "OpenFlow: enabling innovation in campus networks", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 38, No. 2, pp. 69-74, Apr. 2008. https://doi.org/10.1145/1355734.1355746.

[28] Dongryeol Kim, Myoung-Won Jo, and Byoung-Dai Lee, "An Efficient Flow Table Management Scheme in SDN", The Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 17, No. 9, pp. 65-74, 2019. https://doi.org/10.14801/jkiit.2019.17.9.65.

저자소개

고 준 형 (Jun-Hyung Ko)

2020년 2월 : 경기대학교 컴퓨터과학과
2020년 3월 ~ 현재 : 경기대학교 컴퓨터과학과 석사과정
관심분야 : 머신러닝, 네트워크, 통신시스템

김 남 기 (Nam-Gi Kim)

1997년 2월 : 서강대학교 컴퓨터과학과
2000년 3월 : KAIST 전산학과(공학석사)
2005년 3월 : KAIST 전산학과(공학박사)
2007년 2월 : 삼성전자 통신연구소 책임연구원
2007년 3월 ~ 현재 : 경기대학교 컴퓨터공학부 교수
관심분야 : 통신시스템, 네트워크